

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



» 20 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Алгоритмы и структуры данных поиска

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по научной деятельности Гайнутдинова А.Ф. (Директорат Института ВМ и ИТ, Институт вычислительной математики и информационных технологий), Aida.Gainutdinova@kpfu.ru

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4	Способен строить математические модели и анализировать данные, обосновывать и выбирать решение в прикладных задачах

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные структуры данных, динамические структуры данных;
- способы оценки сложности алгоритмов, методы сравнительного сложностного анализа различных способов реализации алгоритма.

Должен уметь:

- разбивать сложную задачу на составные части, анализировать связи между различными частями, использовать объектно-ориентированный подход;

Должен владеть:

- навыками анализа асимптотического поведения различных функций;
- навыками эффективной реализации задач, требующих создания сложных структур данных, умением реализовать алгоритмы перебора;
- умением строить эффективные алгоритмы обработки различных структур данных;
- умением проводить сравнительный анализ и оценка эффективности выбранных алгоритмов при решении конкретных задач;
- умением и навыками разработки алгоритмов решения задач со сложной организацией данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

анализировать сложность решения задачи в зависимости от выбранной структуры данных, применять полученные знания на практике.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Анализ данных и его приложения)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 56 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 28 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 70 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Модели вычислений, алгоритмы и сложность.	1	2	0	2	2
2.	Тема 2. Абстрактные типы данных и структуры данных	1	2	0	2	2
3.	Тема 3. Задача сортировки. Простейшие алгоритмы. Нижняя оценка.	1	2	0	2	4
4.	Тема 4. Сортировка слиянием.	1	2	0	2	6
5.	Тема 5. Слияние двух упорядоченных последовательностей.	1	2	0	2	8
6.	Тема 6. Быстрая сортировка.	1	2	0	2	6
7.	Тема 7. Порядковые статистики. Нахождение k-го минимального элемента.	1	2	0	2	4
8.	Тема 8. Стек и очередь. Использование различных структур данных для их реализации.	1	2	0	2	4
9.	Тема 9. Самоорганизующиеся структуры данных.	1	2	0	2	8
10.	Тема 10. Деревья поиска.	1	2	0	2	8
11.	Тема 11. Приоритетные очереди.	1	2	0	2	2
12.	Тема 12. Сливаемые очереди с приоритетами.	1	2	0	2	6
13.	Тема 13. Декартовы деревья.	1	2	0	2	6
14.	Тема 14. Хеш-таблицы.	1	2	0	2	4
	Итого		28	0	28	70

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Модели вычислений, алгоритмы и сложность.

Тезис Черча, модели вычислений и сложность алгоритмов. Основные сложностные ресурсы: время, память. Понятие верхних и нижних оценок. Сложность в среднем, сложность в худшем случае (на примере задачи сортировки). Нижняя оценка задачи сортировки. Понятие амортизированной (учетной) сложности алгоритмов. Два метода получения оценок учетной сложности. Оценка учетной сложности для структуры данных двоичный счетчик и массива переменного размера.

### Тема 2. Абстрактные типы данных и структуры данных

Абстрактные типы данных: их основные группы, основные операции. Структуры данных как способ реализации абстрактных типов данных. Влияние выбора структуры данных для реализации абстрактных типов данных на сложность выполнения основных операций. Примеры. Средства языков программирования для реализации абстрактных типов данных.

### Тема 3. Задача сортировки. Простейшие алгоритмы. Нижняя оценка.

Задача сортировки. Свойства алгоритмов сортировки: сложность , стабильность, использование дополнительной памяти, возможность использования для внешней памяти. Различные алгоритмы сортировки и их сравнительный анализ. Доказательство нижней оценки для алгоритмов сортировки, основанных на сравнении пар элементов.

### Тема 4. Сортировка слиянием.

Эффективные алгоритмы сортировки. Сортировка слиянием. рекурсивная и нерекурсивная реализация сортировки слиянием. Анализ, временная сложность и сложность по памяти. Основная процедура сортировки слиянием - процедура Merge. Экономия памяти при выполнении процедуры слияния. Внешняя сортировка слиянием. Анализ и сложность.

### Тема 5. Слияние двух упорядоченных последовательностей.

Слияние без использования дополнительной памяти. Оптимальное слияние нескольких упорядоченных последовательностей различной длины. Связь с оптимальным кодированием. Оптимальное слияние двух упорядоченных последовательностей различной длины. Алгоритм Finger\_Search и его использование для задачи слияния.

## **Тема 6. Быстрая сортировка.**

Алгоритм быстрой сортировки Quick\_Sort. Два различных алгоритма Partition. Детерминированный выбор опорного элемента для процедуры Partition: различные способы, их анализ. Примеры неудачного выбора опорных элементов. Вероятностный выбор опорного элемента для процедуры Partition, анализ. Сложность Quick-Sort в худшем и среднем случаях. Экономия стековой памяти для алгоритма Quick\_Sort.

## **Тема 7. Порядковые статистики. Нахождение k-го минимального элемента.**

Порядковые статистики. Задача нахождения k-го минимального элемента. Вероятностный алгоритм, его анализ. Сложность в среднем, сложность в худшем случае с доказательством. Связь с алгоритмом быстрой сортировки. Сложность в среднем. Детерминированный алгоритм, его реализация, его анализ и сложность.

## **Тема 8. Стек и очередь. Использование различных структур данных для их реализации.**

Абстрактные типы данных - стек и очередь. Способы реализации стека и очереди на основе различных структур данных: реализация при помощи массива, при помощи списка, гибридный способ реализации стека на основе блочного списка. Сравнительный сложностной анализ выполнения операций над стеком и очередью для каждого способа реализации. Расширение интерфейса для стека для стека и очереди.

## **Тема 9. Самоорганизующиеся структуры данных.**

Самоорганизующиеся структуры данных. Различные стратегии для самоорганизации, их сравнение.

Самоорганизующиеся списки. Стратегии работы с самоорганизующимися списками в режиме онлайн и офлайн, сравнительный анализ. Понятие конкурентного анализа. Конкурентный анализ для стратегии move-to-first с доказательством.

## **Тема 10. Деревья поиска.**

Деревья поиска. Основные операции и сложность. Понятие оптимального дерева поиска. Примеры оптимальных деревьев поиска и обоснование, за счет чего может поддерживаться оптимальность. Красно-черные деревья. Основные операции и сложность (истинная и учетная). АВЛ-деревья, Основные операции и сложность. 18.

Splay-деревья как пример самоорганизующихся структур данных

## **Тема 11. Приоритетные очереди.**

Приоритетные очереди. Основные операции. Способы реализации приоритетной очереди на основе различных структур данных. Сравнительный сложностной анализ.

Бинарные кучи как специальный вид приоритетных очередей. Реализация, основные операции и сложность. Основные операции для куч, их сложностной анализ. Построение бинарной кучи.

Сортировка кучей Heap-Sort. Анализ, сложность. \$k\$-ичные кучи. Анализ, сложность, примеры использования.

## **Тема 12. Сливаемые очереди с приоритетами.**

Сливаемые очереди с приоритетами. Левацкие кучи. Основные операции, их реализация, анализ и сложность. Самоорганизующиеся структуры данных: косье кучи. Основные операции, их реализация, анализ и сложность с доказательством. Сливаемые очереди с приоритетами. Способы реализации куч во внешней памяти. Анализ и сложность.

## **Тема 13. Декартовы деревья.**

Декартовы деревья и дучи (treaps). Способы построения декартова дерева. Алгоритм построения декартова дерева за линейное время с доказательством. Основные операции над декартовыми деревьями, их реализация, анализ и сложность. Оценка высоты декартова дерева. Примеры использования декартовых деревьев.

## **Тема 14. Хеш-таблицы.**

Хеш-таблицы и способы их реализации. Основные операции для хеш-таблиц. Понятие прямой, косвенной, открытой адресации. Сравнительный анализ и сложность. Понятие хеш-функции, примеры хеш-функций. Понятие коллизии и различные способы их разрешения. Понятие универсального семейства хеш-функций, примеры.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Алгоритмы и структуры данных - <https://www.lektorium.tv/course/22823>

Видеолекции курса Алгоритмы и структуры данных - <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/algorithms>

Основные структуры данных и алгоритмы -  
<http://codenamecrud.ru/ruby-programming/common-data-structures-and-algorithms>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Изучение курса 'Алгоритмы и структуры данных поиска' имеет своей целью дать студентам систематизированное представление о существующих структурах данных, ориентированных на задачу поиска и использующихся в алгоритмах для решения задач дискретной математики, об оценках эффективности выполнения основных операций. Одной из основных задач курса является изучение способов представления структур данных, их применение и сравнительный анализ при решении различного рода задач, ознакомление студентов с фундаментальными алгоритмами обработки данных (задача поиска, сортировка, алгоритмы на графах), сравнительный анализ алгоритмов решения этих задач. Кроме того, в рамках курса предполагается проведение практических занятий, на которых производится отработка практических навыков в области программирования, позволяющих на творческом уровне применять эффективные методы решения задач, включающих в себя анализ задач, выбор подходящей структуры данных, реализацию построенного алгоритма на одном из языков программирования.</p> <p>Это может быть успешным только при условии правильной организации работы на каждом этапе учебного процесса: на лекциях, на лабораторных занятиях, при подготовке к занятиям и зачету, при выполнении практических задач и контрольных работ, при самостоятельном изучении отдельных разделов.</p> <p><b>Лекционные занятия:</b></p> <p>На первом лекционном занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с содержанием курса, раскрыть место и роль дисциплины в современном программировании, ее практическое значение, проанонсировать основные разделы курса, порядок его изучения, изложить основные требования, которые должны быть выполнены студентом для положительной аттестации по данному курсу, довести до студентов требования к знанию предмета, ответить на вопросы. Каждое лекционное занятие следует начинать с краткого напоминания о том, что рассматривалось в предыдущей лекции, при этом рекомендуется провести устный опрос по изученному материалу. Излагаемый на лекции теоретический материал необходимо подкреплять практическими примерами и задачами, закрепляющими правильное понимание теории. Необходимо заострять внимание студентов на вопросах сложности реализации алгоритмов и выполнения основных операций для структур данных. Необходимо обсуждать, как меняется сложность реализации алгоритма для решения различных задач в зависимости от используемых структур данных. В конце лекции необходимо ответить на возникающие вопросы. Полезно инициировать дискуссии по рассматриваемым вопросам, с целью приучить студентов критически относиться к процессу разработки алгоритма и выбору структур данных для его реализации. Полезно завести рабочую тетрадь для учета посещаемости занятий студентами и их активности на занятиях в соответствующих баллах.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>В начале лабораторного занятия необходимо напомнить основные понятия и теоретические результаты, а также продемонстрировать подходы к решению практических задач. Следует предложить выступить с решением тем студентам, которые по тем или иным причинам пропустили лекционное занятие или проявляют пассивность. Целесообразно в ходе обсуждения решения задачи задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения уровня усвоения теоретических аспектов обсуждаемых проблем. Поощрять выступления с места в виде кратких дополнений и вопросов к выступающим и преподавателю. Полезно проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу. В рамках курса предусмотрено выполнение практических заданий, связанных с решением задач дискретной математики. Целью выполнения практических заданий является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельного изучения материала, отработка навыков применения теоретических знаний на практике. При выполнении заданий студент должен осознанно и критически подойти к выбору алгоритма, подходящей структуры данных, реализовать алгоритм на одном из языков программирования, протестировать программу на различных входных данных, уделив особое внимание подготовке тестов, способных выявить возможные недочеты как алгоритмического характера, так и связанные с программной реализацией алгоритма. Выполненные задания должны быть сданы преподавателю с подробным устным объяснением, каким именно образом производился выбор алгоритма и подходящей структуры данных, какие еще варианты структур данных было возможно использовать для данной задачи и с учетом каких соображений было отдано предпочтение выбранной студентом структуре данных. Студент должен оценить сложность построенного им алгоритма и объяснить, каким именно образом данная оценка сложности им получена. Такой подход призван научить студента критически подходить к своей работе, к выбранному им решению, с учетом возможных существующих альтернатив, научить аргументировать свой выбор. Выполнение практических заданий направлено на расширение кругозора студента, поскольку он должен ознакомиться с возможными способами решения проблемы, с большим спектром задач дискретной математики, уметь защищать выбранную точку зрения.</p>
самостоятельная работа	<p>Преподаватель организует самостоятельную работу студентов, отмечая вопросы, которые должны быть изучены самостоятельно, и рекомендуя литературные источники. На лабораторных занятиях преподаватель, для закрепления у студентов полученных знаний, предлагает для самостоятельного выполнения упражнения аналогичные тем, которые были рассмотрены ранее на занятии. Также для самостоятельного решения предлагается: доказательство некоторых частных утверждений, что способствует более глубокому пониманию изучаемой темы и развитию абстрактного мышления, а также выполнение практических заданий, которые студент должен сдать преподавателю на лабораторном занятии. Решение практических задач предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над дополнительными материалами; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Изучение лекционного материала по конспекту лекций также должно сопровождаться изучением рекомендуемой литературы, основной и дополнительной. Основной целью организации самостоятельной работы студентов является систематизация и активизация знаний, полученных ими на лекциях и в процессе подготовки к лабораторным занятиям. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях и по другим общематематическим дисциплинам.</p> <p>Таким образом, самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу, включающую:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнение упражнений, оставленных на дом.</li> <li>2. Изучение вопросов, оставленных на самостоятельное изучение.</li> <li>3. Подготовку к экзамену.</li> </ol> <p>Этапы подготовки к лабораторным занятиям:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Просмотр записей лекционного курса.</li> <li>2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника либо учебника.</li> <li>3. Выполнение заданий по теме и их комментирование.</li> </ol> <p>Особо важным этапом является резюме прочитанного теоретического источника, так как это является важным условием подготовки к экзамену.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену особое внимание должно уделяться систематизации полученных знаний. При подготовке рекомендуется воспользоваться конспектами лекций и также литературой из списка основной и дополнительной литературы. Возникающие вопросы, особенно по темам, выносимым на самостоятельное изучение, рекомендуется обсуждать на консультациях.</p>

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Анализ данных и его приложения".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.01 Алгоритмы и структуры данных поиска*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Вирт, Никлаус. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона / Никлаус Вирт ; пер. с англ. под ред. д.ф.-м.н. Ткачева Ф. В. - Москва : ДМК Пресс, 2014 .- 272 с.
2. Тюкачев, Н.А. С#. Алгоритмы и структуры данных [Электронный ресурс] / Н.А. Тюкачев, В.Г. Хлебостроев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 232 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94748>
3. Комбинаторные алгоритмы: множества, графы, коды/БыковаВ.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 152 с.: ISBN 978-5-7638-3155-9 - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/550333>
4. Струченков В.И., Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач [Электронный ресурс] / Струченков В.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. - 192 с. - ISBN 978-5-91359-181-4 - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785913591814.html>

**Дополнительная литература:**

1. Окулов, С.М. Динамическое программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.М. Окулов, О.А. Пестов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 299 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66114>
2. Черняк, А.А. Математическое программирование. Алгоритмический подход [Электронный ресурс] : учеб. пос. / А.А. Черняк, Ж.А. Черняк, Ю.М. Метельский. - Минск: Выш. шк., 2006. - 352 с.: ил. - ISBN 978-985-06-1356-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/505174>

**Приложение 3**  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.01 Алгоритмы и структуры данных поиска**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляемой доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.